

Obtención de concentrado de proteína a partir de especies de pescado de bajo precio

por

MANUEL LÓPEZ-BENITO * y MANUEL GIL *

INTRODUCCIÓN

La preparación de una proteína concentrada de buena calidad, estable en el tiempo y a un precio adecuado, es uno de los actuales objetivos de la FAO.

Por otra parte, el pescado puede proporcionar un concentrado de proteína de calidad óptima que compita con otros productos similares obtenidos a partir de diferentes materias primas.

En este trabajo se hace un estudio de obtención, a nivel de laboratorio, de concentrado de proteína de pescado, a partir de especies tales como jurel, *Trachurus trachurus* (L), caballa, *Scomber scombrus* (L), y bacaladilla, *Micromesistius poutassou* (Risso).

Hemos empleado estas especies, debido a su bajo precio. Así el jurel, *Trachurus trachurus* (L), del que se capturan en España del orden de 100 000 toneladas anuales, desciende de precio a veces, hasta valores de venta en lonja de 3 pesetas el kilo. De esta forma, al emplearlo como materia prima de la obtención de concentrado de proteína, se cubre la necesidad lógica de utilizar nuestros recursos pesqueros de forma más eficaz, aprovechándolos al máximo para la fabricación de proteína animal con destino a la alimentación humana.

Resulta interesante conocer también el comportamiento de estas especies ante las diferentes etapas de los métodos habituales de fabricación

* Laboratorio del Instituto de Investigaciones Pesqueras. Muelle de Bouzas. Vigo.

de concentrado de proteína, tales como la precocción, o la extracción de grasa y humedad con disolventes orgánicos. También es interesante el comportamiento del producto terminado durante el almacenamiento. Las características químicas originales del pescado en definitiva, influirán de forma decisiva en el rendimiento y costo de fabricación del concentrado de proteína que se obtenga a partir del mismo.

PARTE EXPERIMENTAL

La tecnología de producción de concentrado de proteína de pescado para consumo humano, requiere un tratamiento adecuado de la harina, capaz de extraer el alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados y aminas alifáticas que dan lugar a posteriores enranciamientos con producción de olor y sabor desagradables.

De aquí que los métodos habituales empleados en la fabricación de concentrado de proteína a partir del pescado, coincidan en el empleo de diferentes disolventes orgánicos a distintas temperaturas, o bien de tratamientos ácidos o básicos, encaminados a eliminar la humedad y sustancias grasas de la materia prima.

Es preciso que el contenido graso de una harina sea menor de 0,5 % para que ésta carezca de sabor y olor y pueda almacenarse durante el tiempo necesario sin riesgo de enranciamientos.

Métodos de preparación de concentrado de proteína

a) *Método de extracción con alcohol isopropílico.* — El pescado fresco se limpia, se descabeza y eviscera y se eliminan a continuación la piel y espinas, al objeto de disminuir el porcentaje de cenizas en el producto final. El músculo limpio se cuece durante 15 minutos, se prensa para eliminar el exceso de humedad y grasa y se extrae con alcohol isopropílico de 99,5 %. La relación de disolvente a peso del pescado es de 3 : 1.

La extracción en el laboratorio se realizó por agitación en un «turmix» del pescado con el disolvente, durante treinta minutos.

Se filtra o centrifuga para separar la fase sólida y se repite la extracción tres veces más a 70°C.

El producto procedente de la última extracción se deseca a 80°C y se muele hasta polvo fino.

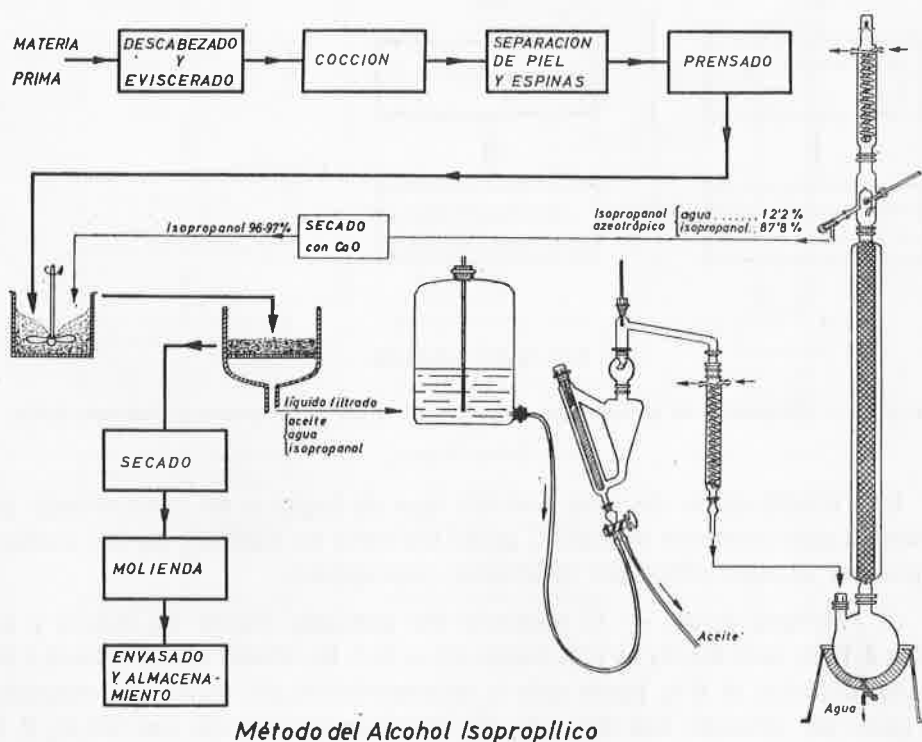
b) *Método de extracción con alcohol etílico.* — El procedimiento empleado es el mismo que el descrito anteriormente con alcohol isopropílico.

Para la obtención de concentrado de proteína se realizaron cinco extracciones sucesivas con alcohol etílico del 99-100 %. La relación de disolvente a peso de pescado fue de 3 : 1.

c) *Método alcalino.* — El músculo de pescado fresco se tritura y homogeniza y se trata con disolución de NaOH 0,25 N hasta pH = 11.

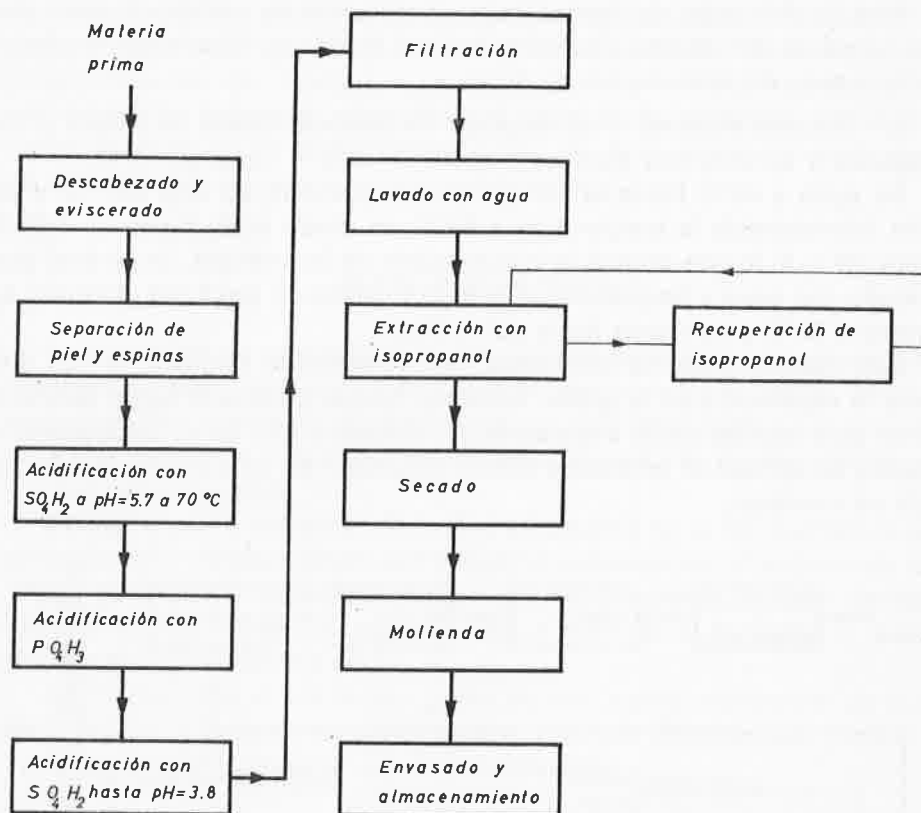
Se agita a 60°C hasta la disolución del pescado, se deja enfriar y se filtra. Manteniendo la temperatura a 60°C, se añade ácido fosfórico 0,25 N hasta pH = 5, lo que origina la precipitación de la proteína. Se lava el precipitado con agua y finalmente con alcohol etílico. El producto obtenido se deseca a 80°C y se tritura hasta polvo fino.

Este método presenta problemas de formación de coloides, lo que dificulta la separación de la grasa. Nosotros hemos empleado bajas temperaturas, para facilitar dicha separación. No obstante, ello es un inconveniente cuando se aplique el proceso a escala industrial en un sistema de fabricación en continuo.



Método del Alcohol Isopropílico

Fig. 1. — Obtención de concentrado de proteína a partir de pescado. Método del alcohol isopropílico.



Método Ácido

Fig. 2. — Obtención de concentrado de proteína a partir de pescado. Método ácido.

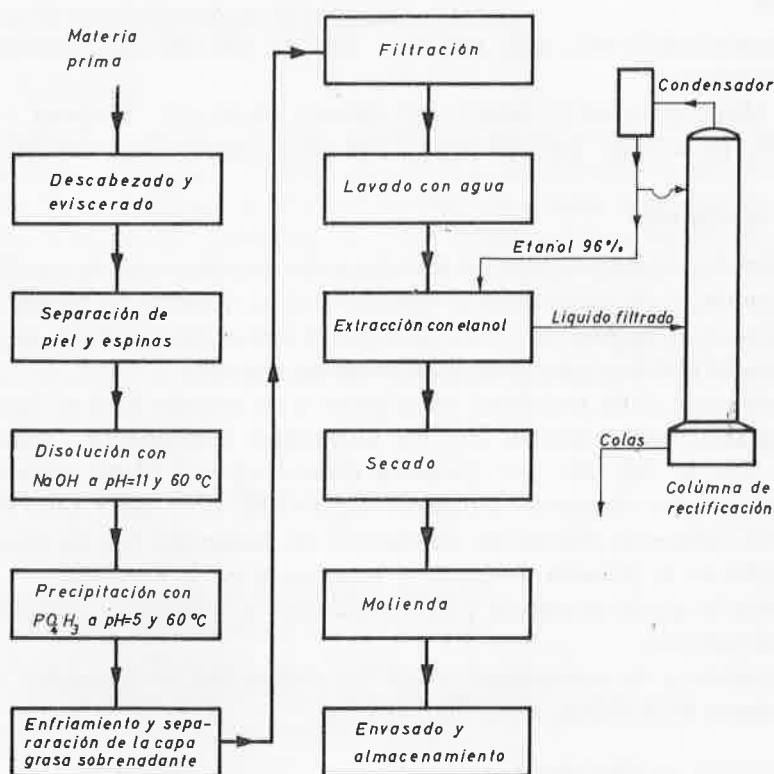
Una modificación de este método que da lugar a un concentrado de proteína con un menor contenido graso consiste en sustituir en los lavados finales el alcohol etílico por el alcohol isopropílico.

d) *Método ácido.* — El músculo del pescado fresco se tritura y se trata a 70°C con SO_4H_2 al 1 % hasta pH = 5,7. Se añade una disolución de ácido fosfórico al 5 % hasta que la concentración del ácido con respecto al peso del pescado sea del 1 %. Se continúa acidulando con SO_4H_2 2 N hasta pH = 3,8. Se filtra y lava con agua y finalmente con alcohol isopropílico. Se deseca a 80°C y se tritura hasta polvo fino.

De los procedimientos antes reseñados, el que ha recibido más atención en el extranjero, ha sido el método de extracción con alcohol isopropílico, con o sin tratamiento ácido inicial. Este método fue adoptado por el Bureau of Commercial Fisheries de la National Marine Fisheries Service (USA).

En todas nuestras experiencias de obtención de concentrado de proteína por los diferentes métodos antes reseñados, el producto final resultó un polvo blanco, insípido e inodoro de poca solubilidad en agua y baja higroscopicidad.

Por lo que se refiere al precio del producto, está ligado al número de extracciones realizadas con el disolvente que es función de la calidad final.



Método Alcalino

Fig. 3. — Obtención de concentrado de proteína a partir de pescado. Método alcalino.

Métodos empleados en el análisis del concentrado de proteína

Determinación de aminoácidos

Se determinaron los aminoácidos por cromatografía sobre capa fina de celulosa y separación bidimensional. La determinación cuantitativa se hizo con un Densitómetro Universal VITATROM, mod. TLD 100 Hg.

Se emplearon placas de celulosa Merck de 0,1 mm de espesor.

Preparación de reactivos

- Disolución en etanol de ninhidrina al 0,1 % y colidina al 1,8 %.
- Aminoácidos patrones.

Eluyentes

- Isopropanol-Metil, etil, cetona - CIH N (60 : 20 : 25) (primera dirección).
- 2 Metil propanol 2 - Metil, etil, cetona - Acetona - Metanol - Agua - NH_3 ($d = 0,88$) (40 : 25 : 25 : 1 : 14 : 15) (segunda dirección).

Método operatorio

El concentrado de proteína se somete a una hidrólisis ácida con CIH 6 N en proporción 1 : 20 calentando a reflujo a 110°C durante 18 horas.

Se elimina el exceso de ácido calentando a presión reducida, se disuelve en agua el residuo y se lleva a un volumen aforado.

Se colocan 2 μl de problema en la placa y se somete ésta al desarrollo cromatográfico bidimensional con los eluyentes: Isopropanol - Metil, etil, cetona - CIH N (60 : 20 : 25) (primera dirección) y 2 Metil propanol 2 - Metil, etil, cetona - Acetona - Metanol - Agua - NH_3 ($d = 0,88$) (40 : 25 : 25 : 1 : 14 : 15) (segunda dirección). El tiempo de desarrollo fue de cuatro horas y media en la primera dirección y tres horas en la segunda.

Se seca la placa en estufa y se revela con la disolución alcohólica de ninhidrina-colidina.

Se determina la concentración de los diferentes aminoácidos con un Densitómetro VITATROM, mod. TLD 100 Hg.

Determinación de trimetilamina

Preparación de reactivos

- Disolución saturada de carbonato potásico. Se disuelven 100 g de carbonato potásico en 100 cc de agua destilada.

- Ácido clorhídrico 8 N. Reactivo de análisis.
- Tolueno. Reactivo de análisis.
- Disolución patrón de ácido pícrico. Se disuelven 2 g de ácido pícrico en 100 cc de tolueno, se toma 1 cc de esta disolución y se diluye a 100 cc con tolueno.
- Clorhidrato de trimetilamina.
Disolución stock. Se disuelven 0,686 g de clorhidrato de trimetilamina en 100 cc de agua destilada. Se añade 1 cc de ácido clorhídrico 8 N. Esta disolución contiene 1 mg de N-TMA por cc.
Disolución patrón. Diluir 1 cc de la disolución stock de clorhidrato de trimetilamina y 1 cc de ácido clorhídrico 8 N a 100 cc con agua destilada.
- Formol. Disolución al 20 %.
- Ácido tricloroacético. Disolución al 7,5 %.

Método operatorio

Se pesan 5 g de muestra, se añaden 25 cc de la disolución de ácido tricloroacético, se agita y se deja en maceración durante cuatro horas. Se filtra y se lleva el filtrado a 100 cc con agua destilada. 5 cc del filtrado se tratan con 1 cc de formaldehído, 10 cc de tolueno y 3 cc de disolución saturada de carbonato potásico, agitando fuertemente. Se toman 5 cc de la capa de tolueno, se desecan con SO_4Na_2 anhidro, se decanta y se hacen reaccionar con 5 cc de la disolución diluida de ácido pícrico. Se mide el color desarrollado a 420 mμ en un espectrofotómetro BECKMAN modelo D.U.

Determinación del índice de peróxidos

Preparación de reactivos

- Disolución saturada de yoduro potásico.
- Disolución de tiosulfato sódico 0,01 N.
- Cloroformo. Reactivo de análisis.
- Ácido acético glacial. Reactivo de análisis.
- Disolución al 1 % de almidón soluble.

Método operatorio

Se pesan 15 g de muestra y se dejan macerar durante doce horas con 25 cc de cloroformo. Se filtra y se extrae nuevamente con 10 cc de cloroformo. 15 cc de la disolución extraída se tratan con 5 cc de ácido acético

glacial y 1 cc de disolución saturada de yoduro potásico, se añaden 5 cc de agua destilada, se agita y se valora la capa acuosa en disolución de tiosulfato sódico 0,01 N.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Análisis del concentrado de proteína obtenido a partir de jurel por diferentes métodos de fabricación

Hemos empleado para la obtención de concentrado de proteína, jurel fresco, cuyo músculo tenía la siguiente composición:

Humedad	75,00 %
Grasa	5,67 %
Proteína	19,40 %
Cenizas	0,25 %

A partir de este pescado se ensayaron los métodos de fabricación antes reseñados:

- a) Método de extracción con alcohol isopropílico.
- b) Método de extracción con alcohol etílico.
- c) Método alcalino.
- cm) Método alcalino modificado.
- d) Método ácido.

Hemos analizado los diferentes concentrados de proteína obtenidos por estos métodos con los siguientes resultados:

Concentrado de proteína de jurel

Método	Humedad %	Grasa %	Proteína %	Cenizas %	Calorías por 100 g peso húmedo
a	4,4	0,00	90,5	3,14	371,1
b	4,9	0,14	91,0	2,50	378,5
c	3,3	0,59	96,0	0,71	399,1
cm	3,7	0,00	94,4	2,10	387,0
d	4,6	0,01	93,3	2,40	382,6

Como puede apreciarse, el valor nutritivo del concentrado de proteína es muy elevado en todos los casos, y sus características —bajo contenido

de humedad y grasa— permiten su almacenamiento sin alteración por tiempo ilimitado.

Por otra parte la U.S. Food and Drug Administration ha aprobado la utilización del concentrado de proteína como alimento humano.

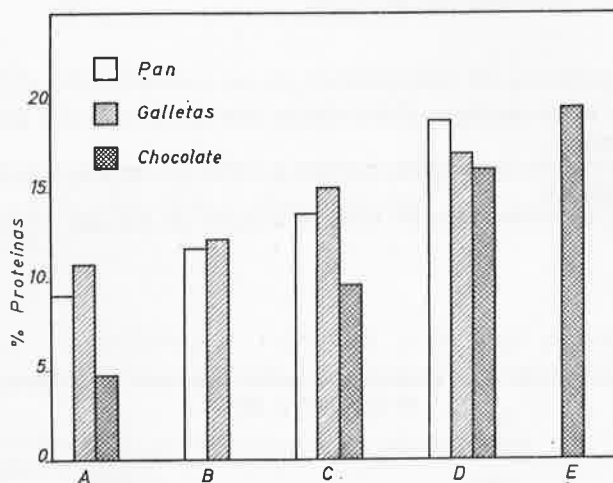


Fig. 4. — Resultados de los análisis de proteínas en alimentos enriquecidos con concentrado de proteína de jurel:

- A) sin enriquecer
- B) enriquecido con 5 % de concentrado de proteína
- C) enriquecido con 10 % de concentrado de proteína
- D) enriquecido con 20 % de concentrado de proteína
- E) enriquecido con 30 % de concentrado de proteína

Eficacia de la extracción con alcohol isopropílico realizada a temperatura ambiente, 40°C, 50°C y 60°C

En el Cuadro 1 se especifican los resultados obtenidos —contenido de grasa, proteínas y cenizas— en el jurel cocido y extraído con alcohol isopropílico a distintas temperaturas. Se aprecia claramente que la eficacia de la extracción es función de la temperatura, así como también que cuando se trabaja con pescado seco la extracción resulta ser más enérgica.

Cálculo del rendimiento de concentrado de proteínas a partir de jurel fresco

Para el cálculo de este rendimiento hemos considerado el método de obtención de concentrado de proteína por extracción con alcohol isopropílico —disolvente más barato— que da lugar a un producto final de calidad.

<i>Rendimiento</i>	<i>Valores medios % pérdida</i>
Descabezado y eviscerado	36
Cocclón	14
Pelado y separación de espinas	17
Extracción con disolvente	26

	<i>Valores medios</i>
Rendimiento final en concentrado de proteína a partir de jurel fresco con cabeza y vísceras	7,0 %
Rendimiento final en concentrado de proteína a partir de pescado descabezado y eviscerado	11,2 %
Rendimiento final en concentrado de proteína a partir de pescado limpio y cocido	21,5 %

CUADRO 1
Eficacia de la extracción con alcohol isopropílico realizada a temperatura ambiente, 40°C, 50°C y 60°C

		<i>Grasa %</i>	<i>Proteínas %</i>	<i>Cenizas %</i>
Jurel cocido extraído a temperatura ambiente	Bruto	23,7	77,1	7,0
	1. ^a extracción	19,9	81,4	6,6
	2. ^a »	2,2	97,5	7,4
	3. ^a »	0,3	97,9	8,7
Jurel cocido y seco extraído a temperatura ambiente	Bruto	23,9	76,1	4,39
	1. ^a extracción	5,0	92,2	4,68
	2. ^a »	0,9	98,1	4,58
	3. ^a »	—	98,7	4,38
Jurel cocido extraído a 40°C	Bruto	19,5	79,8	5,1
	1. ^a extracción	17,3	83,2	4,3
	2. ^a »	1,3	96,2	7,4
	3. ^a »	0,2	97,2	6,4
Jurel cocido extraído a 50°C	Bruto	20,7	80,1	6,6
	1. ^a extracción	12,9	87,9	4,9
	2. ^a »	1,1	98,1	5,5
	3. ^a »	0,1	98,3	6,4
Jurel cocido extraído a 60°C	Bruto	17,4	82,4	3,6
	1. ^a extracción	8,4	93,1	3,8
	2. ^a »	0,9	98,2	3,7
	3. ^a »	—	98,8	4,0

(Los valores están referidos a peso seco)

Estos rendimientos obtenidos a escala de laboratorio, pueden mejorarse a escala semi-industrial o industrial empleando un equipo adecuado de filtros-prensa que evite la pérdida de materia seca durante la extracción. Por otra parte el coste de fabricación disminuirá al utilizar columnas de rectificación para recuperar el disolvente.

Determinación de aminoácidos en el concentrado de proteína obtenido a partir del jurel por el método del alcohol isopropílico

A partir del concentrado de proteína se determinaron aminoácidos por cromatografía sobre capa fina y densitometría. Los resultados obtenidos son los siguientes:

<i>Aminoácidos</i>	<i>g/100 g de proteína</i>
Lisina	12,8
Histidina	2,4
Arginina	6,0
Ácido aspártico	7,4
Ácido glutámico	13,6
Prolina	2,0
Glicina	8,5
Alanina	10,7
Valina	3,2
Metionina	3,2
Isoleucina + Leucina	12,4
Tirosina	3,0
Fenilalanina	3,3

Se observa que la composición en aminoácidos es óptima y el contenido en lisina elevado, lo que resume la buena calidad del concentrado obtenido por nosotros a partir del jurel.

Determinación de Trimetilamina. Índice de peróxidos y Examen microbiológico

Los valores obtenidos en la determinación de TMA en concentrado de proteína de jurel obtenido por nosotros son del orden de 2,1 mg N-TMA/

100 g de producto, lo que corresponde a una harina en buen estado de conservación.

Asimismo los valores de índice de peróxidos son nulos, lo que indica no existe oxidación de sustancia grasa.

Hemos hecho también un examen microbiológico por recuento en placa a diluciones progresivas del número total de gérmenes, utilizando como medio nutritivo *Bacto plate count agar de Difco*, con resultados negativos, lo que demuestra que el concentrado de proteína es prácticamente estéril y está libre de gérmenes patógenos así como de hongos que pudieran deteriorarle posteriormente.

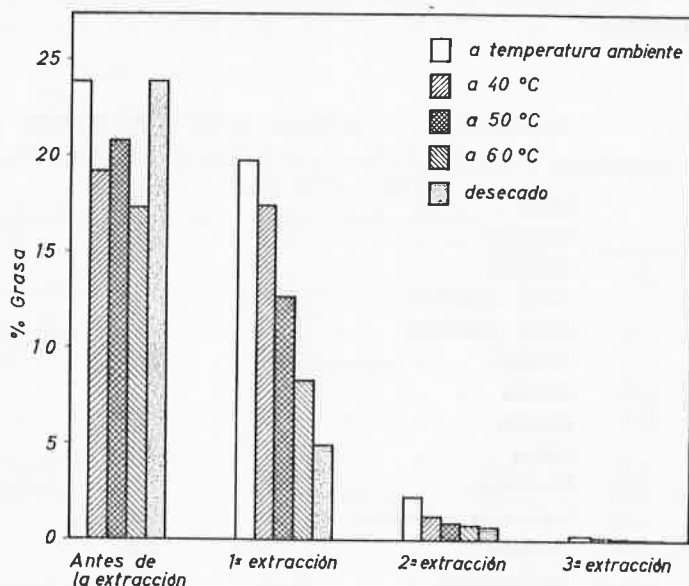


Fig. 5. — Eficacia de la extracción con alcohol isopropílico a diferentes temperaturas.

Empleo de otras especies de pescado como materia prima para la obtención de concentrado de proteína

Hemos ensayado el método de alcohol isopropílico para la obtención de concentrado de proteína a partir de otras especies de pescado de diferentes contenidos grasos. Los productos finales obtenidos fueron similares a los alcanzados a partir del jurel y los análisis de principios inmediatos dieron los siguientes resultados:

Análisis del concentrado de proteína obtenido por el método del alcohol isopropílico a partir de merluza, bacaladilla, caballa y albacora: Rendimientos

	<i>Humedad %</i>	<i>Grasa %</i>	<i>Proteínas %</i>	<i>Cenizas %</i>	<i>Rendimiento sobre pescado sin piel ni espinas</i>
Merluza	3,4	0,00	92,6	3,0	15,9 %
Bacaladilla	4,1	0,00	87,4	3,4	17,5 %
Caballa	3,1	0,12	94,7	3,3	18,8 %
Albacora	3,7	0,08	90,1	3,7	24,1 %

Normas tentativas de la FAO para harinas de pescado de uso humano

La FAO en su conferencia de Washington, 1961 (WHO/FAO/UNICEF Protein Advisory Group), define tres tipos de concentrado de proteína para uso humano:

	<i>Humedad %</i>	<i>Grasa %</i>	<i>Proteínas %</i>	<i>Lisina en 100 g de proteína</i>
FAO-A	Máximo 10,0	Máximo 0,75	Mínimo 67,5	Mínimo 6,5
FAO-B	" 10,0	" 3,00	" 65,0	" 6,5
FAO-C	" 10,0	" 10,00	" 60,0	" 6,5

Posteriormente las Normas USA-FDA del 2 de febrero de 1967 para el concentrado de proteína de pescado da las siguientes especificaciones:

<i>Disolvente</i>	<i>Humedad %</i>	<i>Grasa %</i>	<i>Proteínas %</i>	<i>Residuo de disolvente p.p.m.</i>
Isopropanol	Máx. 10,0	Máx. 0,5	Mín. 75,0	Máx. 250

Por lo que se refiere al concentrado de proteína obtenido por nosotros resulta ser de elevada calidad, como lo demuestran los análisis de su contenido en proteínas, grasa y humedad, así como sus características físicas y sensoriales que le clasifican como superior al tipo A de las Normas tentativas de la FAO para estos productos.

Ensayos sobre enriquecimiento de diferentes alimentos con concentrado de proteína obtenido a partir de jurel

Hemos enriquecido con concentrado de proteína procedente de jurel, diferentes alimentos, tales como pan, galletas y chocolate. Para estos ensayos han colaborado con nosotros dos factorías, una de pan y otra de chocolate.

Para la fabricación del pan y las galletas hemos empleado tres tipos de harinas previamente enriquecidas con concentrado de proteína de jurel en las proporciones de 5, 10 y 20 %. En el chocolate se hicieron ensayos empleando proporciones de concentrado de proteína del 10, 20 y 30 % sobre el producto total.

Las características organolépticas de estos alimentos enriquecidos resultaron ser buenas, sin que en ningún caso se notara olor o sabor a pescado.

No obstante la textura del pan varía dando lugar a un producto apelmazado, cuando la harina es enriquecida al 20 % con concentrado de proteína. Este inconveniente puede solventarse con el empleo de aditivos especiales tales como el monoestearato de glicerol.

	<i>Humedad</i> %	<i>Grasa</i> %	<i>Proteínas</i> %	<i>Cenizas</i> %	<i>Calorías</i>
Pan sin enriquecer	27,6	0	9,2	1,95	37,72
Pan enriquecido con 5 % de concentrado de proteína	28,4	0	11,8	2,00	48,38
Pan enriquecido con 10 % de concentrado de proteína	32,6	0	13,7	1,94	56,17
Pan enriquecido con 20 % de concentrado de proteína	33,5	0	19,0	1,92	77,90
Galletas sin enriquecer	6,9	18,90	10,9	0,60	220,46
Galletas enriquecidas con 5 % de concentrado de proteína	5,2	19,70	12,3	0,65	233,64
Galletas enriquecidas con 10 % de concentrado de proteína	5,1	20,10	15,2	0,70	249,25
Galletas enriquecidas con 20 % de concentrado de proteína	5,8	18,80	17,2	0,72	245,36
Chocolate sin enriquecer	0,85	29,80	4,7	1,18	296,41
Chocolate enriquecido con 10 % de concentrado de proteína	1,25	32,00	9,7	1,16	337,37
Chocolate enriquecido con 20 % de concentrado de proteína	1,80	32,00	16,1	1,13	363,61
Chocolate enriquecido con 30 % de concentrado de proteína	2,20	32,70	20,9	1,02	389,80

Por lo que se refiere a condiciones organolépticas de los diferentes alimentos enriquecidos, los resultados óptimos corresponden a pan enriquecido con 10 % de concentrado de proteína, y chocolate y galletas enriquecidos con 20 % de concentrado de proteína.

Hemos realizado determinaciones de humedad, grasa, proteínas y cenizas en diferentes alimentos antes y después de enriquecerlos con distintas proporciones de concentrado de proteína de jurel.

Los resultados obtenidos son los consignados en el cuadro de la página anterior.

RESUMEN

En este trabajo se hace un estudio de obtención de concentrado de proteína de pescado a partir de especies de bajo precio tales como jurel, *Trachurus trachurus* (L), caballa, *Scomber scombrus* (L) y bacaladilla, *Micromesistius poutassou* (Risso).

Hemos empleado estas especies como materia prima para la obtención de concentrado de proteína debido a su bajo precio, así el jurel, *Trachurus trachurus* (L), del que se capturan en España del orden de 100 000 Tm anuales, desciende a veces hasta valores de venta en lonja de 3 pesetas el kilo. Por otra parte, resulta interesante conocer el comportamiento de estas especies ante las diferentes etapas de los métodos habituales de fabricación de concentrado de proteína tales como precocción, extracción de grasas y humedad con disolventes orgánicos, y problemas de almacenamiento, ya que el rendimiento y costo de fabricación dependerá sin duda de las características químicas originales del pescado.

El producto final obtenido por nosotros, es de elevada calidad, como lo demuestran los resultados de los análisis de su contenido en proteínas, grasa y humedad, así como sus características físicas y sensoriales que le sitúan en el tipo A de las Normas tentativas de la FAO para estos productos.

Hemos ensayado asimismo la adición del concentrado de proteína obtenido por nosotros a partir de las especies antes citadas, en el enriquecimiento de diversos alimentos tales como pan, galletas, chocolates y sopas con resultados satisfactorios por lo que se refiere a sus caracteres organolépticos. Los productos enriquecidos presentan por otra parte un notable incremento en su contenido proteico.

Se ensayaron asimismo en nuestro trabajo, diferentes métodos de fabricación de concentrados de proteína.

- a) Por extracción con alcohol isopropílico.
- b) Por extracción con alcohol etílico.
- c) Método alcalino, por tratamiento previo del pescado con disolución de Na OH 0,5 N a 60°C, posterior precipitación de la proteína con ácido fosfórico y lavado final del concentrado obtenido con alcohol etílico.
- d) Método ácido, por tratamiento previo con SO_4H_2 al 1 %, seguido de otro con ácido fosfórico y lavado del producto final con alcohol etílico.

En los productos finales de concentrados de proteína obtenidos por los métodos antes reseñados, se hacen determinaciones de humedad, grasa, proteínas, cenizas y aminoácidos para comprobar que método de fabricación origina el mejor producto comercial.

Asimismo se ha determinado y comparado, la composición química de los concentrados de proteína obtenidos a partir de diferentes especies, jurel, *Trachurus trachurus* (L), caballa, *Scomber scombrus* (L), bacaladilla, *Micromesistius poutassou* (Risso), merluza, *Merluccius merluccius* (L) y albacora, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre).

Por lo que se refiere a la especie más barata, el jurel, el contenido en proteínas del orden del 90-96 %, mientras los valores de grasa sólo alcanzan valores de 0,01-0,1 %. Estas características químicas sitúan al concentrado de proteína obtenido por nosotros a partir del jurel como superior al tipo FAO-A. Por último las determinaciones de calidad realizadas sobre dicho concentrado (humedad, grasa, proteínas, pH, trimetilamina, y determinaciones bacteriológicas) demuestran que dicho producto es óptimo para su comercialización.

La eficacia del concentrado de proteína como aditivo en alimentos (pan, galletas, chocolate, sopas) se ha comprobado con las correspondientes determinaciones químicas en cada uno de ellos antes y después de enriquecerlos, seguida de una determinación de sus caracteres organolépticos en cada producto comercial.

Todas las experiencias de fabricación de concentrado de proteína realizadas por nosotros, han sido hechas a escala de laboratorio. Por ello no nos ha sido posible calcular el precio a que saldría este producto en una instalación industrial.

En dicho precio influirá el contenido graso del pescado que se utilice como materia prima, puesto que cuanto menor sea dicho contenido, se necesitarán menor número de extracciones con disolvente, abaratándose con ello el proceso de fabricación.

Otro factor que influye en el precio, es el consumo de disolvente, que se pierde impregnando la masa del pescado así como el costo originado

en la destilación del resto de disolvente para separarlo de dicha fase sólida.

En definitiva la industrialización y comercialización del concentrado de proteína, viene determinada por el precio de fabricación, pero también influye el hábito y preferencias de la posible población consumidora por lo que se hace preciso estimular la utilización de estos productos para reforzar el contenido proteico de otros alimentos y promover el mercado de concentrado de proteína de pescado en las dietas de las sociedades económicamente avanzadas.

El concentrado de proteína puede servir como base para la fabricación directa de otros alimentos de características organolépticas similares a la carne o para la fabricación de alimentos parecidos y sustitutos de la leche.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a don Antonio Valcarce Reboreda, propietario de PANIFICADORA VIGUESA, S. A. y a don José Alonso Rodríguez, gerente de CHOCOLATES LA PERFECCIÓN, de Vigo, las facilidades que nos han dado para llevar a cabo en dichas factorías los ensayos correspondientes a alimentos enriquecidos con concentrado de proteína.

SUMMARY

One of the real aims of FAO at present is to obtain a good quality protein concentrate, stable with time and of a competitive price.

It is also known that fish can supply a protein concentrate of the best quality to compete with other similar products obtained from different raw materials.

So the logical need to use our fishery resources is covered in the most available way becoming them useful for the manufacturing of animal protein for human food.

In this paper a study is carried out about obtainment of fish protein concentrate from low-price species so as mackerel horse, *Trachurus trachurus* (L), mackerel, *Scomber scombrus* (L), and blue whiting, *Micromesistius poutassou* (Risso).

We have used these species as raw material to get protein concentrate due to their low price, so the mackerel horse, *Trachurus trachurus* (L), of which is caught in Spain about 100 000 Tm per year, decreases sometimes till prices about 3 pesetas/kg in sale-room. Otherwise it is very interesting to know the behaviour of these species at different steps of usual manufactured methods of protein concentrate such as precoction, fat and humidity removal with organic solvents and stock problems since the yield and manufacturing cost will undoubtedly depend on the original chemical characteristics of the raw fish.

The final material obtained by us is a high quality one as it is shown in the results analyzing protein, fat and humidity contents as well as its physical and sensorial characteristics, which place it in the type A of the «Normas de la FAO» for these products.

We have also tried by addition of protein concentrate, obtained by us from the species above quoted to enrich food such as bread, biscuits, chocolate and soups with suitable results as regard to their organoleptical characteristics. The enriched products show an important increase in their protein content.

Likewise, different manufactured methods of protein concentrate are carried out in our work.

- a) By extraction with isopropyl alcohol.
- b) By extraction with ethyl alcohol.
- c) Alkaline method, by prior treatment of fish with a solution of NaOH, 0,5 N at 60°C, a posterior precipitation of the protein with phosphoric acid and finally washing of the concentrate with ethyl alcohol.
- d) Acid method, by previous treatment with 1 % SO_3H_2 followed by another one with phosphoric acid and washing of the final product with ethyl alcohol.

In the final products of protein concentrate obtained by the methods shown above we have made determinations of humidity, fat, protein, ashes and aminoacids to know which type of manufacturing methods gives the best commercial product.

We have also determined and compared the chemical composition of protein concentrates obtained from different species, mackerel horse, *Trachurus trachurus* (L), mackerel, *Scomber scombrus* (L), blue whiting, *Micromesistius poutassou* (Risso) and albacora, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre) and hake, *Merluccius merluccius* (L).

With regard to mackerel horse, the cheapest species, the obtained concentrate has a protein content about 90-96 % while the fat values only reach values of 0,01-0,1 %.

The chemical characteristics of the protein concentrate, obtained by us from mackerel horse place it in a higher level than that of the FAO-A type.

Finally the quality determinations made about this protein concentrate (humidity, fat, protein, pH, trimethylamine, volatil basis, N amino amoniacal and bacteriological determinations) demonstrate that the outlined product is the best to sell.

The effect of protein concentrate as an additive in food (bread, biscuits, chocolate, soups) has been proved with suitable chemical determinations in each one of them before and after enriching them followed by a determination of their organoleptical characteristics in each commercial product.

Our experiences were done at laboratory level by that we have not been able to calculate the price of this product.

BIBLIOGRAFÍA

- KNIPFEL, J. E., H. G. BOTTING & J. M. MCLAUGHLAN. — 1970. Assessment of the Nutritive Value of Heated Fish Protein Concentrates (FPC) by a Simple In Vitro Pepsin Digestion Procedure. *Journ. of the AOAC*, 53 (5): 964-967.
- KNOBL, GERGE M., BRUCE R. STILLINGS, WILLIAM E. FOX & MALCOLM B. HALE. — 1971. Fish Protein Concentrates. *Commercial Fisheries Review*, 33 (7-8): 54-63.
- SPINELLI, J., J. DYER, L. LEHMAN & D. WIEG. — 1971. The fish Protein Concentrate story. 13. Aqueous Phosphate Processing. *Food Technology*, 25: 713-717.
- VAHL, L. — 1967. Protéine comestible. Les travaux de developpement aux Pays-Bas pour la fabrication d'une protéine comestible et durable, utilisant des poissons comme matière première. *Industr. alim. agr.*, 1: 121-126.